

нениям полос поглощения валентных колебаний гидроксильных ( $\nu_{\text{O-H}}$ ) и карбонильных ( $\nu_{\text{C=O}}$ ) групп макромолекул.

Разделение сложного контура полос поглощения на составляющие компоненты (по программе PEAK RESOLVE) показало, что при сорбции пленками ДАЦ паров НМ и ДМСО происходит перераспределение различных по энергии внутри- и межмолекулярных водородных связей в макромолекулах. Обсуждена природа и прочность межцепных ассоциатов и сольватных комплексов в пленках ДАЦ, содержащих НМ и ДМСО. Определена энтальпия их образования. Рассчитано количество внутримолекулярных и различных по энергии типов межмолекулярных Н-связей в ДАЦ пленках в процессе сорбции растворителей. Установлено, что в пленках ДАЦ в присутствии сильнодонорного растворителя – ДМСО (донорное число  $DN_{\text{SbCl}_5} = 28,9$ ) по сравнению с НМ ( $DN_{\text{SbCl}_5} = 2,7$ ) наблюдается более широкий спектр энергетических взаимодействий за счет образования прочных сольватов типа  $\text{OH}\dots\text{O}=\text{S}$  и  $\text{OH}\dots\text{OH}\dots\text{O}=\text{S}$ . Количество внутримолекулярных водородных связей  $\text{O}_{(3)}-\text{H}'_{(3)}\dots\text{O}_{(5)}$  и  $\text{O}_{(2)}-\text{H}_{(2)}\dots\text{O}'_{(6)}$  между двумя соседними пиранозными циклами, стабилизирующих, согласно существующим представлениям, жесткую спиральную конформацию макромолекул, в процессе сорбции НМ пленкой ДАЦ сохраняется, что способствуют формированию ЖК состояния в этой системе. При сорбции ДМСО внутримолекулярные Н-связи разрушаются, но перераспределение системы Н-связей и диполь-дипольное взаимодействие  $\text{S}=\text{O}$  и  $\text{C}=\text{O}$  полярных групп растворителя и полимера в ДАЦ пленках под влиянием ДМСО приводят, как свидетельствует анализ ИК спектров в конформационно чувствительной области  $1000\text{--}400\text{ см}^{-1}$ , к конформационным перестройкам макромолекул и их упорядочению. Однако образование анизотропного состояния из-за повышения гибкости цепей макромолекул ДАЦ не наблюдается. В процессе сорбции ТХЭ перестройка системы Н-связей в ДАЦ незначительна и анизотропное состояние не реализуется.

## **СТАБИЛЬНОСТЬ ЗОЛЯ НАНООКСИДА ЖЕЛЕЗА В РАСТВОРАХ ХИТОЗАНА С РАЗЛИЧНЫМИ МОЛЕКУЛЯРНЫМИ МАССАМИ**

*Протас С.А., Тюкова И.С.*

Уральский федеральный университет  
620002, г. Екатеринбург, пр. Мира, д.19

В настоящее время в биотехнологиях и медицине широко применяют наноразмерные частицы оксидов железа. Их химическая стабильность, биосовместимость и слабая токсичность позволяют использовать

наночастицы для транспортировки лекарственных веществ, локальной гипертермии и магниторезонансных исследований.

Использование наночастиц оксида железа в терапевтических целях предполагает сохранение высокого уровня дисперсности в условиях нейтральных сред, которые реализуются в живых организмах. Однако из-за высокоразвитой поверхности наночастицы обладают избыточной энергией и высокой химической активностью, что приводит к их агрегации. Устойчивые суспензии магнитных наночастиц можно получить, используя низкомолекулярные электролиты, либо адсорбируя на поверхности частиц низкомолекулярные ПАВ или полимерные стабилизаторы. Использование полимера природного происхождения – хитозана в качестве стабилизатора высокоактивных магнитных наночастиц, используемых в биотехнологии и медицине, обусловлено уникальным сочетанием ряда его полезных свойств. Наличие функциональных групп в элементарном звене этого полимера обеспечивает специфическое взаимодействие макромолекул с широким спектром неорганических систем и стабилизацию суспензий наночастиц при небольших концентрациях.

Целью данной работы являлось изучение стабильности золей наноксида железа, при использовании в качестве стабилизаторов образцов хитозана, различающихся молекулярной массой и степенью дезацетилирования.

Объектами исследования являлись: три образца хитозана с молекулярными массами 75, 170 и 440 кДа и степенями деацетилирования, 89, 93 и 70 %, соответственно. Нанопорошок оксида железа, полученный методом лазерного испарения, с удельной поверхностью 91 м<sup>2</sup>/г. Золь нанопорошка в растворе цитрата натрия с концентрацией 5 ммоль/л готовили с помощью диспергатора Cole Parmer CPX750 с последующим центрифугированием. Средний размер частиц полученного золя составила 40-60 нм. Хитозан вводили в золь виде раствора в хлороводородной кислоте ( $C_{HCl} = 0,02$  моль/л). Во всех исследованных случаях концентрация золя составляла 0,1 г/л, концентрация полимера- 0,04 г/л.

Размер частиц в золе оценивали методом динамического светорассеяния с помощью анализатора Brookhaven ZetaPlus. pH дисперсионной среды золей оценивали потенциометрически с помощью стеклянного электрода.

В результате исследований было показано, что золи наноксида железа оставались стабильными только в растворах высокомолекулярного хитозана вплоть до значений pH ~ 6,0 – 6,3. Снижение молекулярной массы полимера – стабилизатора и увеличение его степени дезацетилирования приводит к снижению стабилизирующей способности полимера.